

Jozef VISKUP¹

VPLYV HRÚBKY ÍLOVEJ VRSTVY NA PARAMETRE SEIZMICKÉHO POHYBU

INFLUENCE OF CLAY LAYER ON SEISMIC MOTION PARAMETERS

Abstrakt

Cieľom článku je posúdiť vplyv ílovej vrstvy na skalnom podklade na parametre seizmického pohybu. Zosilenie Ariasovej intenzity je najväčšie pre hrúbku vrstiev ílov v rozsahu 12 m – 27 m a to 5.5 krát, zosilenie špičkovej hodnoty zrýchlenia PGA je najväčšie pre hrúbky 12m – 14 m a to 2.3 krát, zosilenie špičkovej hodnoty rýchlosti kmitania PGV je najväčšie pre hrúbky 31m a to 2.1 krát a zosilenie špičkovej hodnoty posunutia PGD je najväčšie pre hrúbky 61m a to 1.4 krát.

Abstract

The purpose of the paper is to evaluate the influence of the clay layer on the seismic motion. Maximum amplification of clay layer on Arias intensity is for the 12 m – 27 m of the thickness of clay layer – 5.5 times, on peak ground acceleration is for the 12 m – 14 m of the thickness of clay layer – 2.3 times, on peak ground velocity is for the 31 m of the thickness of clay layer – 2.1 times, on peak ground displacement is for the 61 m of the thickness of clay layer – 1.4 times.

Keywords: Seismic modeling, seismic acceleration, Arias intensity, peak ground acceleration, peak ground velocity, peak ground displacement, seismic motion parameters.

1 ÚVOD

V prípade výskytu zemetrasenia hrá dôležitú úlohu na seizmický pohyb na voľnom povrchu terénu mocnosť a vlastnosti sedimentov na skalnom podklade. V článku Viskup (2004) bol skúmaný vplyv hrúbky vrstvy pieskov na skalnom podklade na parametre seizmického pohybu. Bolo konštatované, že najväčší vplyv na Ariasovu intenzitu, špičkovú hodnotu rýchlosti kmitania PGV a na špičkovú hodnotu posunutia PGD má 20m hrúbka pieskov, na špičkovú hodnotu zrýchlenia PGA má 14 m hrúbka pieskov. Definícia parametrov seizmického pohybu je v Arias (1970), Lee et al. . (2002, 2003), Leššo (2004), Viskup (2006).

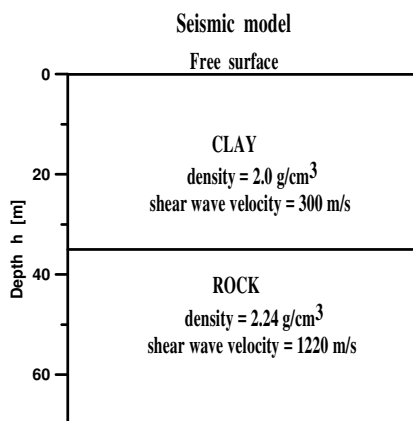
Taktiež v prípade výskytu súdržných zemín tvorenej siltami či ílmi dochádza k zvýšeniu hodnôt zrýchlenia, rýchlosti kmitania i posunutí na voľnom povrchu terénu voči podložiu v prípade výskytu seizmickej udalosti.

Nevhodnosť súdržných zemín je zohľadnená i vo výpočte seizmického zaťaženia či už v zmysle STN 730036, Eurokódu 8, taktiež v zahraničných normách a odporúčaniach – rakúskej ÖNORM 4015, nemeckej DIN 4149, švajčiarskej SIA160, kanadskej NBC 1995, v USA platnej UBC97, ale i NEHRP/SEAOC/BSSC doporučení. Realizuje sa to vo forme kategorizácie podložia pri výpočte spektra seizmickej odozvy, v STN sú 4 kategórie podložia (A, B, C, D), v Eurokóde 8 je 5 kategórii podložia (A, B, C, D, E), v niektorých zahraničných normách je až 6 kategórií podložia (A, B, C, D, E1, E2).

¹ RNDr. Jozef Viskup, CSc., Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského, Bratislava, Mlynská dolina, , 54215 Bratislava, tel.: +421905268354, e-mail: viskup@fns.uniba.sk.

2 SEIZMICKÝ MODEL

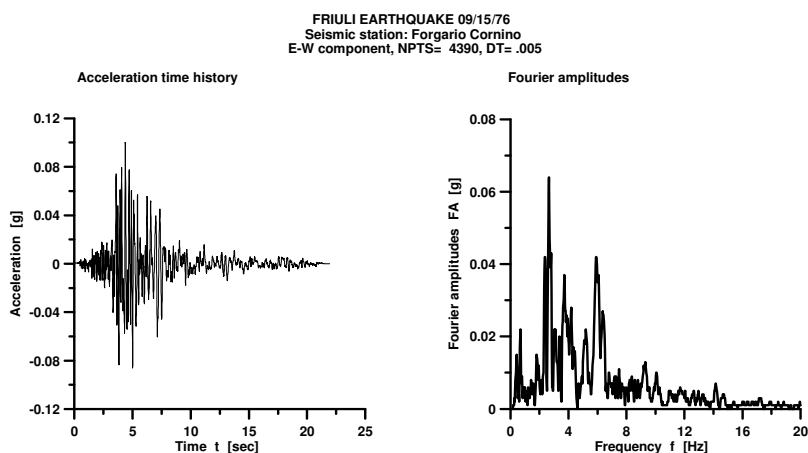
Zostavený seizmický (geotechnický) model je uvedený na Obr.1. Hrúbka ílov sa menila od 0 m (teda na skalnom podklade nebola žiadna vrstva ílov) až po 70 m s krokom 1 m. Pri zostavovaní modelu sme vychádzali zo zistených údajov o rýchlostiach šírenia priečných vĺn (Viskup, 1987). Na modelovanie bol použitý program SHAKE98 autorov Bardet et al. (1998).



Obr.1: Zostavený seizmický (geotechnický) model

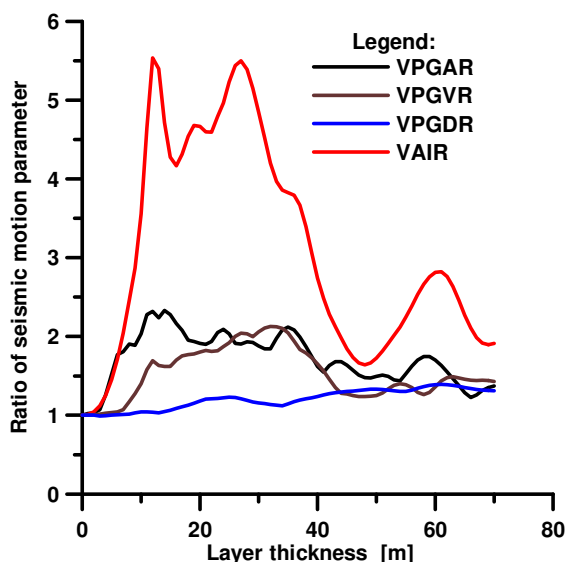
3 VSTUPNÝ AKCELEROGRAM

Na modelovanie vplyvu ílovej vrstvy o rôznej hrúbke bol použitý akceleroqram talianskeho zemetrasenia z Friuli (horizontálna zložka), ktoré bolo 9. mája 1976, jeho lokálne magnitúdo bolo $M = 6.1$, magnitúdo povrchových vĺn bolo $M_s = 5.7$, zaznamenaný bol na seizmickej stanici Forgario Comino na kategórii podložia B vo vzdialenosti 13.5 km od hypocentra. Špičková hodnota zrýchlenia pôvodného akceleroqramu bola 0.212g, pre výpočty bol akceleroqram bol normovaný na hodnotu 0.1g. Akceleroqram zemetrasenia a jeho Fourierovo spektrum je uvedené na Obr.2



Obr.2: Vstupný akceleroqram a jeho Fourierovo spektru

4 VÝSLEDKY MODELOVANIA



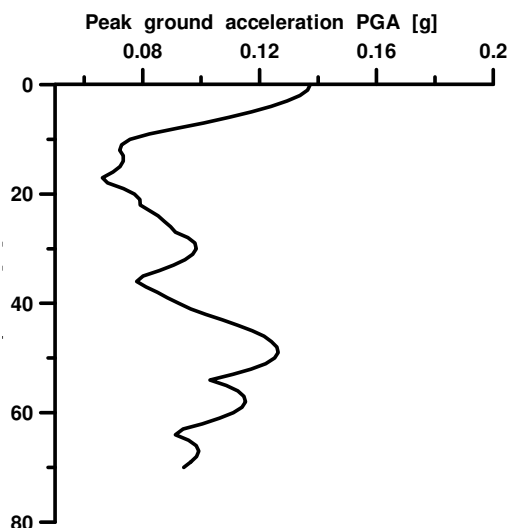
Obr.3: Závislosť parametrov seizmického pohybu na hrúbke vrstvy ílov

Tab.1: Pomery parametrov seizmického pohybu

Parameter seizmického pohybu	Oz načenie pomery	Hr úbka vrstvy	Pomer vzhľadom na podložie
AI – Ariasova intenzita [m/sec]	IR	12 m	5.538
		27 m	5.500
PGA – Špičková hodnota zrýchlenia [g]	VP GAR	12 m	2.319
		14 m	2.331
PGV – Špičková hodnota rýchlosti kmitania [cm/sec]	VP GVR	32 m	2.128
PGV – Špičková hodnota posunutia [cm]	VP GDR	61 m	1.392

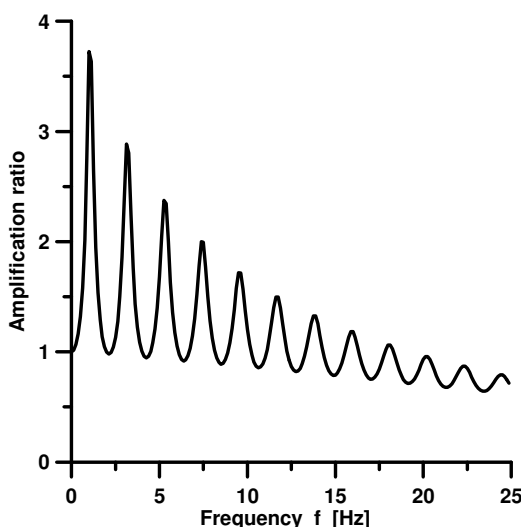
Na Obr.3 je závislosť pomerov Ariasovej intenzity VAIR, zrýchlenia VPGAR, rýchlosti kmitania VPGVR, posunutia VPGDR na hrúbke mocnosti ílov vzhľadom k týmto hodnotám na skalnom podklade. Je to z toho dôvodu, aby bol prehľad o zmenách týchto hodnôt vzhľadom na podložie. Ak napríklad hodnota špičkovej hodnoty zrýchlenia na skalnom podklade na normovanom akceleroграme bola $PGA = 0.1g$, tak z tohto akceleroграmu numerickou integráciou vypočítaná hodnota rýchlosti kmitania bola $PGV = 45.616\text{cm/sec}$, špičková hodnota posunutia $PGD = 85.768\text{cm}$ a hodnota Ariasovej intenzity $AI = 0.830\text{m/sec}$. Z Obr. 3 vyplýva, že najviac sa prejavuje rôzna

hrúbka vrstvy ílov na Ariasovej intenzite, potom na zrýchlení, menej na rýchlosti kmitania a najmenej na posunutí. Na Ariasovej intenzite je najvyššia zmena pre hrúbku ílovej vrstvy 12m až 27 m, na zrýchlení je najvyššia zmena pre hrúbku ílovej vrstvy 12m -14 m, na rýchlosti kmitania 32 m a na posunutí 61 m. U väčších hrúbok, ako sú uvedené, prevláda útlm nad zosilnením. Výsledky sú zhrnuté v nasledujúcej Tab 1.



Obr.4: Závislosť zrýchlenia na hĺbke

Na Obr.4 je uvedená závislosť zrýchlenia PGA na hĺbke pre model, v ktorom sa nachádza vrstva ílov hrubá 70 m na skalnom podklade. Vrstva ílov o hrúbke 70 m bola tvorená vrstvami o hrúbke 1 m umiestnených nad sebou. Program SHAKE98 umožňuje vypočítať hodnotu zrýchlenia v každej vrstve. Na skalnom podklade bola hodnota zrýchlenia $PGA = 0.1g$, najnižšia bola v hĺbke 16 m $PGA = 0.06982$, na voľnom povrchu terénu je zrýchlenie $PGA = 0.13731g$. Teda aj vrstva ílov mocná 70 m sa prejaví zosilňujúcim účinkom vzhľadom na podložie.



Na obr.5 je závislosť zosilnenia . medzi voľným povrchom a podloží pre model, kde sa na skalnom podklade nachádza 70 m hrubá vrstva ílov. Maximálne zosilnenie je 3.73 pre frekvenciu 1.065 Hz. Ďalšie maximá sú pre $2n+1$ násobky tejto frekvencie.

Ílová vrstva v podloží konštrukcie má teda následne aj vplyv na jej seizmickú odozvu a vo výpočte seizmickej odozvy (Salajka et al. 2004, Čada et al. 2009) treba zohľadniť jej existenciu a zohľadniť jej zosilňujúce účinky (Kaláb et al., 2008) a vplyv na kmitanie konštrukcie.

5 ZÁVER

Z výsledkov výpočtov sčasti prezentovaných na Obr.3-5 a v Tab. 1 vyplýva, že ílová vrstva sa prejavuje v najväčšej miere na Ariasovej intenzite a to až 5.5 krát pre hrúbky vrstvy ílov 12m až 27 m na skalnom podklade. Ariasova intenzita zodpovedá energii vlnenia šíriaceho sa prostredím a porušenie konštrukcie je viac úmerné Ariasovej intenzite než špičkovej hodnote zrýchlenia, ktorá môže niekedy predstavovať iba "vyskočenú" hodnotu mimo rozsah ostatných maxim akcelorogramu. Z tohto dôvodu sa prešlo na vyhodnotenie aj ďalších parametrov seizmického pohybu (Viskup, 2006).

Íly nachádzajúce sa na skalnom podklade sa prejavujú zosilňujúcim účinkom na všetky parametre seizmického pohybu, dokonca aj pri hrúbke vrstvy 70 m, kedy sa prejavovať útlm.

Možno predpokladať, že pri iných parametroch vrstvy ílov a skalného podkladu či pri inom výbere vstupného akcelorogramu by sa hodnoty zosilnenia uvedené v Tab.1 i rozsah hrúbok vrstiev zmenili, avšak nie v podstatnej miere.

POĎAKOVANIE

Príspevok bol realizovaný za finančného príspevku Grantovej agentúry SR, projekt APVV-0158-06 "Neotektonická aktivita územia Západných Karpát" a projekt VEGA 1/4041/07 "Geofyzikálne charakteristiky stability sypaných hrádzí" a VEGA 1/0468/10

LITERATURA

- [1] STN 73 0036 Seizmické zaťaženie stavebných konštrukcií. Slovenská technická norma. Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR, Bratislava, 1997, 68 str.
- [2] ARIAS, A. A measure of earthquake intensity. Seismic Design for Nuclear Power Plants, Hansen, R. , MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1970, pp. 438-483
- [3] BARDET, J.P., LIN, C.H. & IDRIS, I.M. SHAKE98. A Computer Program for Equivalent Linear Seismic Response Analyses of Horizontally Layered Soil Deposits. Report to US Geological Survey. October 1988, 41 s.
- [4] ČADA, Z., SALAJKA V. & KANICKÝ V. Odezva stavebných objektů na seizmické buzení s využitím syntetických akcelorogramů. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, Řada stavební, Roč. 9, č. 2, 2009, 25-42
- [5] KALÁB, Z., KNEJZLÍK, J. & HRUBEŠOVÁ, E. Vliv lokální geologie na rychlost kmitání na povrchu v karvinské oblasti. Uhlí –Rudy-Geologický průzkum. 2008, č.1/2008, 26-31
- [6] SALAJKA, V., KANICKÝ V. & HRADIL P. Studie řešení stavební konstrukce na seizmické buzení. Odezva stavebních objektů na seizmické buzení s využitím syntetických akcelorogramů. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, Řada stavební, Roč. 4, č. 2, 2004, 269-278
- [7] LEE, W. H. K., KANAMORI, H., JENNINGS, P. & KISSLINGER, C. International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, Part A and Part B, ACADEMIC PRESS, 2002 and 2003, 1000 p. and 1200 p.

- [8] LEŠŠO, I. Teória signálov pre priemyselnú informatiku. ES/AMS, ES TU F BERG, Košice, 2004, 316 s.
- [9] VISKUP, J. Rýchlosti šírenia pozdĺžneho a priečneho seizmického vlnenia na území SZ časti Veľkej Bratislavy. In.: Fyzikalni vlastnosti hornin a jejich využití v geofyzice a geologii., Jčs m+f, Praha, 1987, 28 – 31
- [10] VISKUP, J. Porovnanie Ariasovej intenzity vstupného a výstupného akcelerogramu pre rôzne hrubé vrstvy pieskov. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, Řada stavební, Roč. 4, č. 2, 2004, 315 -322
- [11] VISKUP, J. Vplyv vzorkovania akcelerogramov na vypočítané parametre seizmického pohybu. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, Řada stavební, Roč. 6, č. 2, 2006, 319-326
- [12] VISKUP, J. Parametre seizmického pohybu a spektrá seizmickej odozvy filtrovaných akcelerogramov. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, Řada stavební, Roč. 6, č. 2, 2006, 327-336
- [13] VISKUP, J. Porovnanie Ariasovej intenzity vstupného a výstupného akcelerogramu pre rôzne hrubé vrstvy pieskov. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, Řada stavební, Roč. 4, č. 2, 2004, 315 -322

Oponentní posudek vypracoval:

Prof. Ing. Igor Leššo, CSc., Technická univerzita v Košiciach